

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juni 2003 (05.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/046922 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation?: **G11C 11/22, H01L 51/20, 27/00**
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04235
- (22) Internationales Anmeldedatum: 15. November 2002 (15.11.2002)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
101 56 470.8 16. November 2001 (16.11.2001) DE
- (71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): **INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).**
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): **SCHMID, Günter**
- [DE/DE]; Lange Strasse 13, 91334 Hemhofen (DE). **HALLIK, Marcus** [DE/DE]; Am Wolfsmantel 12, 91058 Erlangen (DE). **KLAUK, Hagen** [DE/DE]; Täublingstrasse 39, 91058 Erlangen (DE).
- (74) Anwalt: **KOTTMANN, Dieter; Müller, Hoffmann & Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).**
- (81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, KR, US.
- (84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (DE, FR, GB, IE, IT, NL).
- Veröffentlicht:**
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts
- Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.



A2

(54) Title: SEMICONDUCTOR ARRANGEMENT COMPRISING TRANSISTORS BASED ON ORGANIC SEMICONDUCTORS AND NON-VOLATILE READ-WRITE MEMORY CELLS

WO 03/046922

(54) Bezeichnung: HALBLEITERANORDNUNG MIT TRANSISTOREN AUF BASIS ORGANISCHER HALBLEITER UND NICHTFLÜCHTIGER SCHREIB-LESE-SPEICHERZELLEN

(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor arrangement consisting of transistors, the semiconductor segment of said transistors consisting of an organic semiconductor, and memory cells based on a ferroelectric effect, preferably in a polymer, for using, for example, in RFID tags.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Halbleiteranordnung, aufgebaut aus Transistoren, bei denen die Halbleiterstrecke aus einem organischen Halbleiter besteht, und auf einen ferroelektrischen Effekt vorzugsweise in einem Polymer beruhenden Speicherzellen zum Einsatz beispielsweise in RF-ID-Etiketten.

Beschreibung

Halbleiteranordnung mit Transistoren auf Basis organischer Halbleiter und nichtflüchtiger Schreib-Lese-Speicherzellen

Die Erfindung betrifft eine Halbleiteranordnung, die mindestens eine Halbleitereinrichtung mit einer Halbleiterstrecke aus einem organischen Halbleiter aufweist.

Die Transponder-Technologie verwendet ein kontaktloses Auslesen bzw. Beschreiben eines Speichers mit einer Sender/Empfängereinheit. Der Speicher ist Teil einer Speichereinheit, die beispielsweise an einem Gegenstand befestigt ist, über den bestimmte Informationen im Speicher gespeichert sind. Meist weist die den Speicher umfassende Schaltung keine eigene Stromversorgung auf, sondern wird stattdessen über ein elektromagnetisches Wechselfeld versorgt, über das die integrierte Schaltung zugleich mit der Sender/Empfängereinheit kommuniziert. Üblicherweise werden dazu Trägerfrequenzen von 125 kHz und 13.56 MHz verwendet. Diese Technologie wird beispielsweise zum Auffinden und Identifizieren von im Erdboden vergrabenen und daher nicht zugänglichen Pipelines, zum Identifizieren von Tieren in großen Herden oder auch in Zugangskarten verwendet, die ihren Besitzern beispielsweise den Zugang zu bestimmten zugangsbeschränkten Bereichen ermöglichen. Die in derartigen Systemen verwendeten Mikrochips beruhen auf Silizium als Halbleitermaterial. Die Herstellung der Speichereinheit, welche mit einem Sender/Empfänger ausgelesen und ggf. beschrieben werden kann, ist daher trotz der fortgeschrittenen Herstellungsmethoden noch vergleichsweise aufwendig und teuer. Bei den oben genannten Einsatzbereichen fallen diese Kosten nicht ins Gewicht, da die Speichereinheit meist über längere Zeit am Gegenstand verbleibt oder für hochpreisige Güter verwendet wird. Es sind jedoch eine ganze Reihe von Anwendungsgebieten für die Transponder-Technologie denkbar, in denen zwar nur eine geringe Informationsmenge verarbeitet werden muss, ande-

rerseits aber ein starker Kostendruck herrscht, also die bisher verwendeten Speichereinheiten für eine Anwendung in der täglichen Praxis aus Kostengründen ausscheiden.

Eine erhebliche Kostenreduktion und Zeitersparnis könnte beispielsweise durch einen Einsatz von RF-ID-Etiketten (Radio Frequency Identification Tags) im Einzelhandel erzielt werden. So können z.B. die Waren mit RF-ID-Etiketten versehen werden, auf welchen Informationen zur Ware gespeichert sind. Diese Informationen kann beispielsweise der Preis, das Verfallsdatum oder auch die Endverkaufsstätte sein, in welcher die Ware an den Kunden verkauft werden soll. Lässt sich das RF-ID-Etikett auch mit Informationen beschreiben, kann bereits beim Hersteller die Ware aufgrund einer elektronisch eingehenden Bestellung mit allen notwendigen Informationen versehen werden, z.B. dem Preis und der Endverkaufsstätte, der die Ware zugewiesen wird. Dadurch lässt sich die Logistik weiter vereinfachen, da die Ware z.B. automatisiert konfektioniert und einer Endverkaufsstätte zugewiesen werden kann. In der Endverkäufsstätte lassen sich Einsparungen beispielsweise im Kassenbereich verwirklichen. Beim Passieren einer Kasse wird die Information zur Ware kontaktlos an die Kasse übertragen. Die Kasse ermittelt den Preis, erstellt automatisch eine Rechnung und saldiert den Warenbestand. In Verbindung mit einem bargeldlosen elektronischen Zahlungsverkehr entfällt für Kunden jeglicher Zeitverlust im Kassenbereich. Gleichzeitig kann automatisch beim Hersteller der Bedarf an neuer Ware elektronisch gemeldet werden.

Um solche Vertriebssysteme konkurrenzfähig in die Praxis umsetzen zu können, darf der Preis einer RF-ID Etikette für die oben beschriebenen Anwendungen den einer herkömmlichen Strichcode (Barcode)-Etikette nicht überschreiten. Die Herstellungskosten müssen also im Bereich von Cent-Bruchteilen liegen. Daraus ergibt sich die Anforderung, dass die RF-ID Etiketten mit wenig Zeitaufwand und in großen Mengen hergestellt werden können. Ferner muss das Etikett

stellt werden können. Ferner muss das Etikett Eigenschaften aufweisen, wie eine hohe Robustheit, oder ein geringes Gewicht, um problemlos verarbeitet werden zu können oder auch eine große Flexibilität, um auch auf gekrümmten Flächen, wie der Oberfläche einer Flasche befestigt werden zu können. Siliziumchips lassen sich zwar in sehr geringen Schichtdicken herstellen, so dass sie flexibel werden. Diese Verfahren sind jedoch ebenfalls sehr aufwändig und teuer, so dass sie für die beschriebenen Anwendungen ausscheiden. Andererseits sind jedoch die Anforderungen, die an das RF-ID Etikett bezüglich Speichermenge und Speicherdichte gestellt werden, für die oben beschriebenen Anwendungen vergleichsweise gering.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Verfügung zu stellen, in der auf einfachste Weise und relativ zu herkömmlichen Lösungen äußerst preiswert eine Information begrenzten Umfangs zumindest für eine nach Monaten begrenzte Zeitdauer abgespeichert und ausgelesen werden kann.

Diese Aufgabe wird gelöst mit einer Halbleiteranordnung, welche mindestens eine Halbleitereinrichtung mit einer Halbleiterstrecke aus mindestens einem organischen Halbleiter umfasst, und welche mindestens eine auf einem ferroelektrischen Effekt in einem Speichermaterial beruhende wiederbeschreibbare Speicherzelle aufweist.

Die erfindungsgemäße Lösung nutzt zum einen die organische Halbleitertechnologie, welche auf äußerst kostengünstige Weise die Herstellung integrierter Schaltungen ermöglicht, z.B. mit Hilfe von Drucktechniken. Die organische Halbleitertechnologie erlaubt zwar zur Zeit noch keine so hohe Integrationsdichte, wie sie mit der Silizium-Halbleitertechnologie möglich ist, diese Integrationsdichte ist für die oben beschriebenen Anwendungen jedoch auch nicht erforderlich, da nur geringe Informationsmengen verarbeitet werden müssen und vergleichsweise viel Fläche für die Schaltungsanordnung zur

Verfügung steht, z.B. auf der Rückseite eines Flaschenetikets. Die organische Halbleitertechnologie wird kombiniert mit einem Speichermedium, dass auf einem ferroelektrischen Effekt beruht. Nachdem der Speicher mit der erforderlichen Information beschrieben wurde, ist für die Informationserhaltung keine weitere Spannungsversorgung erforderlich. Durch das auf einem ferroelektrischen Effekt beruhende Speichermedium bleibt die Information auch über die für die oben beschriebenen Anwendungen erforderlichen Zeiträume erhalten, also beispielsweise einen Zeitraum zwischen einem Beschreiben des Speichers beim Hersteller der Ware und einem Auslesen der Information an der Kasse der Endverkaufsstätte.

Organische Halbleiter weisen Ladungsträgerbeweglichkeiten im Bereich von etwa $0,1 - 1 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ auf. Dies erlaubt den Aufbau aller für RF-ID - Systeme notwendigen Bauelemente und Schaltungen mit auf organischen Halbleitern basierenden Halbleitereinrichtungen.

Durch die Kombination einer organischen Halbleitertechnologie mit geeigneten Speichermaterialien wird also eine Anordnung geschaffen, die Information zu speichern vermag und dabei zur Gänze aus Materialien besteht, die auf einfachste Art beispielsweise auch mit kostengünstigen Tischgeräten bei normalen Umgebungstemperaturen verarbeitet werden können.

Die zu speichernden Information lässt sich kontaktlos in den Speicher einschreiben bzw. aus diesem auslesen. Die Informationsübermittlung von und zum Speicher erfolgt prinzipiell auf dem selben Weg. Ist die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung zum Beispiel in einem Etikett enthalten, kann eine Programmierung vorteilhaft auch erst nach einem Aufbringen des Etiketts auf einen zu kennzeichnenden Gegenstand vorgenommen werden. So kann beispielsweise eine Ware am Ende der Produktionslinie aktuell zu den eingehenden Bestellungen bereits einer bestimmten Endverkaufsstätte zugeordnet und damit der

weitere Vertriebsweg mit höchst möglicher Aktualität bestimmt werden, ohne dass dazu z.B. eine groß dimensionierte Lagerhaltung erforderlich ist.

Da die Speicherzellen auf einem ferroelektrischen Effekt beruhen, können die Speicherzellen bevorzugt als Schreib-Lese-Speicher ausgelegt werden. Die abgespeicherte Information kann dann jederzeit verändert und aktualisiert werden.

Für die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung geeignete Speichermaterialien sind solche, bei denen ein ferroelektrischer Effekt ausreichend deutlich ausgeprägt ist, um zwei verschiedene Polarisationszustände ohne großen Aufwand detektieren zu können.

Besonders bevorzugt wird als Speichermaterial ein organisches Polymer mit ferroelektrischen Eigenschaften verwendet. Ferroelektrische Polymere lassen sich mit den einfachen und kostengünstigen Verfahren verarbeiten, die üblicherweise in der organischen Halbleitertechnologie verwendet werden und lassen sich beispielsweise ebenfalls durch Druckverfahren auf ein Substrat aufbringen. Insbesondere auf flexiblen Substraten erweisen sich diese Materialien als robust gegen ein Biegen und Verwinden des Substrats. Die Trägheit, mit der die Polarisation des ferroelektrischen Polymers der Programmierspannung folgt ist im Allgemeinen ausreichend gering für die angestrebten Anwendungen.

Der für die Speicherzelle notwendige ferroelektrische Effekt ist weitgehend unabhängig vom Material, das für die Elektroden verwendet wird, mit welchen die Programmierspannung zum ferroelektrischen Polymer vermittelt wird. Die Verwendung ferroelektrischer organischer Polymere als Speichermedium einer Speicherzelle schränkt daher die Materialwahl für die Elektroden kaum ein.

Bisher erfolgten alle Untersuchungen zum ferroelektrischen Verhalten von Polymeren an einfachen, meist isolierten Schichtsystemen. Eine Speicherzelle auf Basis eines ferroelektrischen Effekts in Verbindung mit einer mit Transistoren, die eine Halbleiterstrecke aus einem organischen Halbleiter aufweisen, ausgeführten Steuer- und Adressierungs schaltung wurde bisher nicht demonstriert.

Bei einer bevorzugten Gruppe ferroelektrischer Polymere wird die elektrische Leitfähigkeit des Polymers durch den Polarisationszustand beeinflusst. Die beiden Zustände der Leitfähigkeit können genutzt werden, um einen binären Dateninhalt einer Speicherzelle festzulegen. Solche organischen Polymere mit ferroelektrischen Eigenschaften sind beispielsweise fluorierte Polyene.

Wie A. Bune, S. Ducharme, V. Fridkin, L.Blinov, S. Palto, N. Petukhova, S.Yudin, "Novel Switching Phenomena in Ferroelectric Langmuir-Blodgett Films", Appl. Phys. Lett. 67 (26), (1995) und A. BünE, S. DüchärmE, V. Fridkin, L.Blinov, S. Palto, A.V. Sorokin, S.Yudin, A. Zlatkin, "Two-dimensional Ferroelectric Films", Nature Vol.391- (1998) zeigen konnten, können sich die beiden Polarisationszustände in ihrer Leitfähigkeit um einen Faktor im Bereich von 100 unterscheiden. Dies ermöglicht eine zuverlässige Unterscheidung zwischen den beiden Zuständen der Leitfähigkeit und damit ein sicheres Auslesen der im Speicher enthaltenen Information.

Ein Umschalten der Polarisation und damit ein Wechsel in der Leitfähigkeit des Polymers wird durch ein Umschalten der Polarität einer Programmierspannung erzielt, welche ein elektrisches Feld im Polymer erzeugt. Nach Abklingen der Programmierspannung bleibt der durch die Programmierspannung zuvor eingestellte Zustand der Leitfähigkeit erhalten. Erst durch Anlegen einer zur ersten Programmierspannung gegenpoligen Programmierspannung (Koerzitivspannung), die im Polymer ein

elektrisches Feld erzeugt, das betragsmäßig größer als die Koerzitivfeldstärke des Polymers ist, wechselt die Leitfähigkeit des Polymers ihren Zustand.

Bevorzugt erfolgt das Auslesen der gespeicherten Information jedoch in der Weise, dass eine Ladung, oder eine daraus abgeleitete Größe gemessen wird, die benötigt wird, um eine Umpolarisierung des Ferroelektrikums zu bewirken. Diese Ladung ist abhängig von der Vorpolarisation des Ferroelektrikums. Dies bedeutet, dass der Lesevorgang destruktiv erfolgt. Nach dem Auslesen der Information weisen also alle Speicherzellen bzw. Ferrokondensatoren die gleiche Polarisation auf. Soll die Information erhalten bleiben, muss nach dem Lesevorgang der Speicherinhalt wieder in den Ferrokondensator zurückgeschrieben werden. Dies kann unmittelbar nach dem Lesevorgang oder auch zu einem späteren Zeitpunkt erfolgen. Man kann dazu den Speicherinhalt zwischenspeichern, beispielsweise in einem normalen Kondensatorspeicher oder einem FlipFlop, oder man verwendet zwei ferroelektrische Speicherbereiche abwechselnd. Dies ist besonders vorteilhaft im RF-ID-Fall, bei dem die Information berührungslos ausgelesen wird, da im Fall eines Spannungsabfalls die Information nicht verloren geht.

Unter den fluorierten Polyenen erweisen sich insbesondere solche auf der Basis von PVDF (Polyvinylidendifluorid) und hier wieder insbesondere das Copolymer mit Trifluorethylen (PVDF-PTrFE; 70:30) als bevorzugt geeignet. Weitere geeignete Polyene sind beispielsweise in T.T. Wang, J. M. Herbst, A. M. Glass, "The Applications of Ferroelectric Polymers", ISBN 0-412-01261-8 beschrieben.

Die Trägheit, mit der die Polarisation der Programmierspannung folgt, ist mit 10 - 100 μ s für PVDF-Polymere ausreichend gering für die angestrebten Anwendungen.

PVDF-Polymer sind robust gegen Biegen und Verwinden und eignen sich daher auch für ein Auftragen auf flexible Substrate.

Als Alternative zu den oben beschriebenen organischen Polymeren mit ferroelektrischen Eigenschaften können auch anorganische Ferroelektrika als Speichermaterial verwendet werden. Eine Klasse geeigneter ferroelektrischer anorganischer Materialien, die als Speichermaterialien verwendet werden können, sind ferroelektrische Tantalate und Titanate, wie Strontium-Wismut-Tantalat (SBT) oder Blei-Zirkon-Titanate (PZT, $\text{PbZr}_x\text{Ti}_{1-x}\text{O}_3$).

Eine Integration von aktiven Halbleitereinrichtungen und Speicherzellen aus Materialien, die in gleichen oder ähnlichen Fertigungsprozessen an gleichen Anlagen, also mit den relativ zur Silizium-Technologie einfachen und kostengünstigen Prozessen und Hilfsmitteln der organischen Halbleiter-technologie, geschaffen werden können, erweitert das Anwendungsspektrum für integrierte Schaltungen.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die Halbleiteranordnung Halbleitereinrichtungen auf, die die Halbleiteranordnung funktionell zu einem RF-ID-Etikett ergänzen.

In bevorzugter Weise werden Halbleiteranordnungen mit organischen aktiven Halbleitereinrichtungen und Speicherzellen auf flexiblen Substraten aufgebracht. Werden auch die in dünnen Schichten auf dem Substrat aufgebauten aktiven und passiven Halbleitereinrichtungen, Speicherzellen und Leiterbahnen aus flexiblen, robusten Materialien aufgebaut, entsteht ein mechanischer Aufbau, der seinerseits leicht auf gekrümmte Oberflächen aufgebracht werden kann.

Als Substrat eignen sich flexible Folien aus Metallen und Metalllegierungen, wie Kupfer, Nickel, Gold und Eisenlegierun-

gen, aus Zellstoffen, wie Papier, sowie aus Kunststoffen wie Polystyrol, Polyethylen, Polyurethane, Polycarbonaten, Polyacrylaten, Polyimiden, Polyethern und Polybenzoxazolen. Bei kostengünstigen Substraten, etwa Papier, sind die Größe und der Flächenbedarf einer Speicherzelle unkritisch. Da sich über die Fläche der Speicherzelle wesentliche Eigenschaften der Speicherzelle beeinflussen lassen, wird durch einen Rückgriff auf kostengünstige Substrate ein zusätzlicher Freiheitsgrad für das Design der Speicherzelle gewonnen.

Als Material für die Halbleiterstrecke in den auf organischen Halbleitern beruhenden Halbleitereinrichtungen eignen bevorzugterweise p-Halbleiter auf Basis kondensierter Aromate, wie Anthrazen, Tetrazen, Pentazen, Polythiopene, wie Poly-3-alkylthiopene, Polyvinylthiopen, sowie Polypyrrole. Weiter können metallorganische Komplexe des Phthalocyanins oder des Porphyrins eingesetzt werden. Die in der erfindungsgemäßen Halbleiteranordnung verwendete Halbleitereinrichtung ist beispielsweise ein organischer Transistor, insbesondere ein organischer Feldeffekttransistor, mit welchem beispielsweise die Speicherzelle zwischen zwei Zuständen geschaltet werden kann. Die Halbleiterstrecke ist dabei die zwischen Source- und Drainelektrode angeordnete Schicht eines organischen Halbleiters, dessen elektrische Leitfähigkeit durch das Feld einer Gate-Elektrode gesteuert wird.

Die Halbleiteranordnung selbst und/oder die aktiven und passiven auf organischen Halbleitern basierenden Halbleitereinrichtungen (Feldeffekt-Transistoren, Kondensatoren) weisen funktionsbedingt Isolatorschichten aus einem Dielektrikum auf. Dabei kommen sowohl anorganische wie auch organische Dielektrika in Frage. Dielektrika, die sich infolge ihrer Stabilität und Robustheit insbesondere für Anordnungen auf Substraten eignen, sind etwa Siliziumdioxid und Siliziumnitrid. Beide Materialien lassen sich wie in M.G. Kane, H. Klauk et al; "Analog and Digital Circuits Using Organic Thin-Film

Transistors on Polyester Substrates" IEEE Electron Device Letters Vol. 21 No. 11 534 (2000) und D. J. Gundlach, H. Klauk et al. "High-Mobility, Low Voltage Organic Thin Film Transistors" International Electron Devices Meeting, December (1999) gezeigt, in Halbleiteranordnungen der erfindungsgemäßigen Art integrieren.

Wegen der Möglichkeit, über einfache Druckverfahren abgeschieden zu werden, sind darüber hinaus insbesondere Polystyrol, Polyethylen, Polyester, Polyurethan, Polycarbonat, Polyacrylat, Polyimid, Polyether, und Polybenzoxazol geeignet.

Zur Ausformung von Leiterbahnen der Halbleiteranordnung und der Elektroden in den Halbleitereinrichtungen können für kostengünstige Anwendungen dotierte organische Halbleiter, wie mit Kampfersulfonsäure dotiertes Polyanilin oder mit Polystyrolsulfonsäure dotierte Polythiophene vorgesehen werden, die über einfache und kostengünstige Druckverfahren abgeschieden werden können. Werden geringere Verlustleistungen in den Leiterbahnen angestrebt, so werden Metalle oder Metalllegierungen mit niedrigem spezifischen Widerstand vorgezogen, also etwa Palladium, Gold, Platin, Nickel, Kupfer, Titan und Aluminium.

Die für das Umschalten der Polarisierung benötigten elektrischen Feldstärken bzw. Programmierspannungen liegen in einem Bereich, der sich mit einem Arbeitsbereich von auf organischen Halbleitern basierenden Transistoren überschneidet. Ein notwendiger Signalhub für Schreib- und Lesespannungen ist über die Fläche der Speicherzelle skalierbar und lässt sich damit an die Eigenschaften von Adressierungs- und Steuertransistoren anpassen.

Ein Adressieren der Speicherzellen in einem Speicher erfolgt in einer ersten Ausführungsform der Erfindung durch Auswahltransistoren. Durch diese Art der Adressierung lässt sich ein

schneller, spezifischer und störsicherer Zugriff auf die Speicherzelle realisieren.

Nach einer zweiten Ausführungsform erfolgt die Adressierung über eine passive Matrix, wie sie z.B. im Patent US 6055180 beschrieben wird. Bei dieser Art der Adressierung entfällt der sonst jeder Speicherzelle zugeordnete Auswahltransistor. Dies führt zu einem besonders einfachen Aufbau eines Speichers.

Nach einer dritten Ausführungsform erfolgt keine selektive Adressierung einzelner Speicherzellen. Stattdessen erfolgt ein serielles Abspeichern in einem Schieberegister. Durch den Verzicht auf eine selektive Adressierung ergibt sich wieder eine vereinfachte Speicherstruktur.

Die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung lässt sich aus vergleichsweise einfach zugänglichen Materialien mit Hilfe kostengünstiger Verfahren, beispielsweise Drucktechniken, herstellen. Die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung eignet sich daher besonders für Anwendungen, bei welchen Informationen kostengünstig über einen Zeitraum von bis zu mehreren Monaten gespeichert werden. Gegenstand der Erfindung ist daher auch ein Etikett, umfassend ein Substrat, eine Befestigungsschicht und zumindest eine auf dem Substrat vorgesehene Halbleiteranordnung, wie sie oben beschrieben wurde. Als Substrat eignen sich dabei beispielsweise Papier oder eine dünne flexible Kunststofffolie, auf deren einer Seite die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung, beispielsweise durch Aufdrucken, aufgebracht ist. Auf der erfindungsgemäßen Halbleiteranordnung kann dann, ggf. durch eine Schutzschicht getrennt, eine Klebeschicht als Befestigungsschicht aufgebracht sein, mit deren Hilfe das Etikett auf einem Gegenstand befestigt wird. In diesem Fall ist die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung gegen mechanische Einflüsse abgeschirmt, die eine Zerstörung bewirken könnten. Anwendungsgebiete für derartige Etiketten

sind beispielsweise die bereits eingangs erwähnten Etiketten zur Auszeichnung von Waren oder beispielsweise auch elektronische Briefmarken, deren Wert beim Verkauf auf die Briefmarke gespeichert wird. Vorteilhaft wird bei diesen Etiketten der Speicherinhalt destruktiv ausgelesen, d.h. der Speicherinhalt nach dem Auslesen nicht mehr zurückgeschrieben. Auf diese Weise lassen sich beispielsweise Briefmarken gleichzeitig mit dem Auslesen ihres Wertes entwerten.

Ein weiteres Anwendungsgebiet für die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung sind Chipkarten, umfassend ein Substrat und zumindest eine auf dem Substrat vorgesehene Halbleiteranordnung, wie sie oben beschrieben wurde. Derartige Chipkarten sind selbständig verkehrsfähig und können beispielsweise als Telefonkarten oder Rabattkarten verwendet werden. Bei Telefonkarten wird beim Kauf ein bestimmter Wert gespeichert, der dann beim Gebrauch schrittweise durch den Auslesevorgang entwertet wird. Als Substrat wird dabei geeignet ein Material verwendet, das eine höhere mechanische Festigkeit aufweist als sie beim oben beschriebenen Etikett erforderlich ist. Geeignet ist beispielsweise ein Substrat aus Pappe oder einem Kunststofflaminat. Die erfindungsgemäße Halbleiteranordnung wird dann geeignet zwischen zwei Papier- oder Kunststofflagen eingebettet, um sie von mechanischen Einflüssen zu schützen. Alternativ ist auch ein Schutz durch eine Lackschicht denkbar. Die beschriebene Chipkarte eignet sich zwar insbesondere für Anwendungen, die unter einem sehr starken Kostendruck stehen und bei denen nur eine beschränkte Gebrauchsduauer gefordert ist, es ist aber auch eine Ausführung möglich, die einen Gebrauch über längere Zeiträume ermöglicht, beispielsweise als Bankkarte, Kreditkarte oder Krankenkassenkarte.

Das oben beschriebene Etikett und die oben beschriebene Chipkarte wird bevorzugt in der Weise gestaltet, dass die gespeicherte Information kontaktlos eingeschrieben oder ausgelesen werden kann. Es ist jedoch auch eine Ausführungsform möglich,

bei welcher ein Kontakt zum Beschreiben und Auslesen des Speichers vorgesehen ist, der zum Beschreiben/Auslesen mit einem entsprechenden Kontakt einer Schreib/Lesevorrichtung kontaktiert wird.

Patentansprüche

1. Halbleiteranordnung mit mindestens einer Halbleitereinrichtung mit einer Halbleiterstrecke aus mindestens einem organischen Halbleiter,
gekennzeichnet durch
mindestens eine auf einem ferroelektrischen Effekt in einem Speichermaterial beruhende wiederbeschreibbare Speicherzelle.
2. Halbleiteranordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Speichermaterial ein organisches Polymer mit ferroelektrischen Eigenschaften ist.
3. Halbleiteranordnung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass
das organische Polymer mit ferroelektrischen Eigenschaften ein fluoriertes Polyen ist.
4. Halbleiteranordnung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass
das fluorierte Polyen ein Polyvinylidendifluorid ist.
5. Halbleiteranordnung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Speichermaterial ein anorganisches Material mit ferroelektrischen Eigenschaften ist.
6. Halbleiteranordnung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass
das anorganische Material ein ferroelektrisches Titanat oder Tantalat ist.
7. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
gekennzeichnet durch

passive und aktive Halbleitereinrichtungen mit Halbleiterstrecken aus organischen Halbleitern, Leiterbahnen und Isolatorschichten, die die Halbleiteranordnung zu einem RF-ID-Etikett ergänzen.

8. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Koerzitivspannung der Speicherzelle einem Arbeitsbereich der Halbleitereinrichtungen angepasst ist.

9. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch organische Auswahltransistoren zur Adressierung der Speicherzellen.

10. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine passive Matrix zur Adressierung der Speicherzellen.

11. Halbleiteranordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Speicherzellen zu einem Schieberegister konfiguriert sind.

12. Etikett, umfassend einen Träger, eine Befestigungsschicht und zumindest eine auf dem Träger vorgesehene Halbleiteranordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.

13. Chipkarte, umfassend einen Träger und zumindest eine auf dem Träger vorgesehene Halbleiteranordnung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 11.

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
5. Juni 2003 (05.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/046922 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G11C 11/22**,
H01L 51/20, 27/00, 21/316, 21/02

[DE/DE]; Lange Strasse 13, 91334 Hemhofen (DE). **HALIK, Marcus** [DE/DE]; Am Wolfsmantel 12, 91058 Erlangen (DE). **KLAUK, Hagen** [DE/DE]; Täublingstrasse 39, 91058 Erlangen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/04235

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. November 2002 (15.11.2002)

(74) Anwalt: **KOTTMANN, Dieter**; Müller, Hoffmann & Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (DE, FR, GB, IE, IT, NL).

(30) Angaben zur Priorität:
101 56 470.8 16. November 2001 (16.11.2001) DE

Veröffentlicht:
— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Strasse 53, 81669 München (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 14. August 2003

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): SCHMID, Günter

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

A3

(54) Title: SEMICONDUCTOR ARRANGEMENT COMPRISING TRANSISTORS BASED ON ORGANIC SEMICONDUCTORS AND NON-VOLATILE READ-WRITE MEMORY CELLS

WO 03/046922

(54) Bezeichnung: HALBLEITERANORDNUNG MIT TRANSISTOREN AUF BASIS ORGANISCHER HALBLEITER UND NICHTFLÜCHTIGER SCHREIB-LESE-SPEICHERZELLEN

A3

(57) Abstract: The invention relates to a semiconductor arrangement consisting of transistors, the semiconductor segment of said transistors consisting of an organic semiconductor, and memory cells based on a ferroelectric effect, preferably in a polymer, for using, for example, in RFID tags.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Halbleiteranordnung, aufgebaut aus Transistoren, bei denen die Halbleiterstrecke aus einem organischen Halbleiter besteht, und auf einen ferroelektrischen Effekt vorzugsweise in einem Polymer beruhenden Speicherzellen zum Einsatz beispielsweise in RF-ID-Etiketten.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inten
al Application No
PCT/DE 02/04235

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G11C11/22 H01L51/20 H01L27/00 H01L21/316 H01L21/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L G11C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 58383 A (GUDESEN HANS GUDE ; LEISTAD GEIRR I (NO); NORDAL PER ERIK (NO); OPT) 23 December 1998 (1998-12-23) cited in the application abstract; claims 1-17; figures 1-3, 8	1, 2, 8, 10, 11
A	---	3-7, 9, 12, 13
X	WO 98 14989 A (HARTNER WALTER ; SIEMENS AG (DE); MAZURE ESPEJO CARLOS (DE); SCHIND) 9 April 1998 (1998-04-09) page 2 -page 3; claims; figure 1	1-4, 8, 9
A	---	5-7, 10-13
X	US 5 981 970 A (PURUSHOTHAMAN SAMPATH ET AL) 9 November 1999 (1999-11-09) column 2, line 65 -column 3, line 15 column 3 -column 4; figure 6 ---	1, 5, 6, 8, 9
	-/-	

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 May 2003

Date of mailing of the international search report

28/05/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Paisdor, B

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	VELU G ET AL: "LOW DRIVING VOLTAGES AND MEMORY EFFECT IN ORGANIC THIN-FILM TRANSISTORS WITH A FERROELECTRIC GATE INSULATOR" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, US, vol. 79, no. 5, 30 July 2001 (2001-07-30), pages 659-661, XP001086870 ISSN: 0003-6951 the whole document ---	1,5,6,8, 9
X	DIMITRAKOPoulos C D ET AL: "LOW-VOLTAGE, HIGH-MOBILITY PENTACENE TRANSISTORS WITH SOLUTION- PROCESSED HIGH DIELECTRIC CONSTANT INSULATORS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, vol. 11, no. 16, 10 November 1999 (1999-11-10), pages 1372-1375, XP000875157 ISSN: 0935-9648 page 1372, column 1, paragraph 1; figure 1 page 1372, column 2; figure 1 ---	1,5-8, 12,13
X	DIMITRAKOPoulos C D ET AL: "LOW-VOLTAGE ORGANIC TRANSISTORS ON PLASTIC COMPRISING HIGH-DIELECTRIC CONSTANT GATE INSULATORS" SCIENCE, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE,, US, vol. 283, no. 5403, 5 February 1999 (1999-02-05), pages 822-824, XP001150346 ISSN: 0036-8075 abstract; figure 1 page 822, column 1 ---	1,5-8, 12,13
A	US 5 608 246 A (WILSON DENNIS R ET AL) 4 March 1997 (1997-03-04) abstract; claims column 6, line 52 -column 7, line 14; figure 2 ---	5-7, 10-13
P,X	WO 02 43071 A (THIN FILM ELECTRONICS ASA ;JOHANSSON NICKLAS (SE); CHEN LICHUN (SE) 30 May 2002 (2002-05-30) page 1 -page 3; claims 1-10; figures 2-4 -----	1-4,8, 10,11

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
WO 9858383	A	23-12-1998	AT AU AU CN DE DK EP JP NO WO RU US	237182 T 735299 B2 8359698 A 1267389 T 69813218 D1 990235 T3 0990235 A2 2001503183 T 990617 A 9858383 A2 2182732 C2 6055180 A	15-04-2003 05-07-2001 04-01-1999 20-09-2000 15-05-2003 28-04-2003 05-04-2000 06-03-2001 10-02-1999 23-12-1998 20-05-2002 25-04-2000
WO 9814989	A	09-04-1998	DE WO	19640239 A1 9814989 A1	02-04-1998 09-04-1998
US 5981970	A	09-11-1999	JP JP US US	3304299 B2 10270712 A 6344660 B1 6344662 B1	22-07-2002 09-10-1998 05-02-2002 05-02-2002
US 5608246	A	04-03-1997	US	5909624 A	01-06-1999
WO 0243071	A	30-05-2002	NO AU WO NO US	20005980 A 2316502 A 0243071 A1 20023051 A 2003056078 A1	28-05-2002 03-06-2002 30-05-2002 24-06-2002 20-03-2003

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 IPK 7 G11C11/22 H01L51/20 H01L27/00 H01L21/316 H01L21/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 IPK 7 H01L G11C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^a	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 98 58383 A (GUDESEN HANS GUDE ; LEISTAD GEIRR I (NO); NORDAL PER ERIK (NO); OPT) 23. Dezember 1998 (1998-12-23) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Ansprüche 1-17; Abbildungen 1-3,8	1,2,8, 10,11
A	Zusammenfassung; Ansprüche 1-17; Abbildungen 1-3,8	3-7,9, 12,13
X	WO 98 14989 A (HARTNER WALTER ; SIEMENS AG (DE); MAZURE ESPEJO CARLOS (DE); SCHIND) 9. April 1998 (1998-04-09)	1-4,8,9
A	Seite 2 -Seite 3; Ansprüche; Abbildung 1	5-7, 10-13
X	US 5 981 970 A (PURUSHOTHAMAN SAMPATH ET AL) 9. November 1999 (1999-11-09) Spalte 2, Zeile 65 -Spalte 3, Zeile 15 Spalte 3 -Spalte 4; Abbildung 6	1,5,6,8, 9
	--- -/-	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *'A' Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *'E' älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- *'L' Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *'O' Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *'P' Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- *'T' Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- *'X' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- *'Y' Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- *& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21. Mai 2003

28/05/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
 Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
 Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Paisdor, B

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	VELU G ET AL: "LOW DRIVING VOLTAGES AND MEMORY EFFECT IN ORGANIC THIN-FILM TRANSISTORS WITH A FERROELECTRIC GATE INSULATOR" APPLIED PHYSICS LETTERS, AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS, NEW YORK, US, Bd. 79, Nr. 5, 30. Juli 2001 (2001-07-30), Seiten 659-661, XP001086870 ISSN: 0003-6951 das ganze Dokument	1,5,6,8, 9
X	DIMITRAKOPoulos C D ET AL: "LOW-VOLTAGE, HIGH-MOBILITY PENTACENE TRANSISTORS WITH SOLUTION- PROCESSED HIGH DIELECTRIC CONSTANT INSULATORS" ADVANCED MATERIALS, VCH VERLAGSGESELLSCHAFT, WEINHEIM, DE, Bd. 11, Nr. 16, 10. November 1999 (1999-11-10), Seiten 1372-1375, XP000875157 ISSN: 0935-9648 Seite 1372, Spalte 1, Absatz 1; Abbildung 1 Seite 1372, Spalte 2; Abbildung 1	1,5-8, 12,13
X	DIMITRAKOPoulos C D ET AL: "LOW-VOLTAGE ORGANIC TRANSISTORS ON PLASTIC COMPRISING HIGH-DIELECTRIC CONSTANT GATE INSULATORS" SCIENCE, AMERICAN ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF SCIENCE,, US, Bd. 283, Nr. 5403, 5. Februar 1999 (1999-02-05), Seiten 822-824, XP001150346 ISSN: 0036-8075 Zusammenfassung; Abbildung 1 Seite 822, Spalte 1	1,5-8, 12,13
A	US 5 608 246 A (WILSON DENNIS R ET AL) 4. März 1997 (1997-03-04) Zusammenfassung; Ansprüche Spalte 6, Zeile 52 -Spalte 7, Zeile 14; Abbildung 2	5-7, 10-13
P,X	WO 02 43071 A (THIN FILM ELECTRONICS ASA ; JOHANSSON NICKLAS (SE); CHEN LICHUN (SE) 30. Mai 2002 (2002-05-30) Seite 1 -Seite 3; Ansprüche 1-10; Abbildungen 2-4	1-4,8, 10,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internes Aktenzeichen
PCT/DE 02/04235

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 9858383	A 23-12-1998	AT AU AU CN DE DK EP JP NO WO RU US	237182 T 735299 B2 8359698 A 1267389 T 69813218 D1 990235 T3 0990235 A2 2001503183 T 990617 A 9858383 A2 2182732 C2 6055180 A		15-04-2003 05-07-2001 04-01-1999 20-09-2000 15-05-2003 28-04-2003 05-04-2000 06-03-2001 10-02-1999 23-12-1998 20-05-2002 25-04-2000
WO 9814989	A 09-04-1998	DE WO	19640239 A1 9814989 A1		02-04-1998 09-04-1998
US 5981970	A 09-11-1999	JP JP US US	3304299 B2 10270712 A 6344660 B1 6344662 B1		22-07-2002 09-10-1998 05-02-2002 05-02-2002
US 5608246	A 04-03-1997	US	5909624 A		01-06-1999
WO 0243071	A 30-05-2002	NO AU WO NO US	20005980 A 2316502 A 0243071 A1 20023051 A 2003056078 A1		28-05-2002 03-06-2002 30-05-2002 24-06-2002 20-03-2003

THIS PAGE BLANK (USPTO)